

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-242027

(43)Date of publication of application : 17.09.1996

(51)Int.Cl.

H01L 43/08
G01R 33/09

(21)Application number : 07-044427

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 03.03.1995

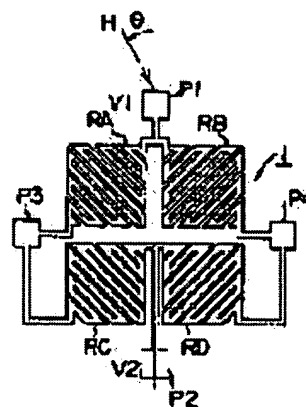
(72)Inventor : YOKOYA MASAHIRO
KAMIMURA FUMITO
FUKUI WATARU

(54) MAGNETIC RESISTOR CIRCUIT

(57)Abstract:

PURPOSE: To allow of temperature compensation within all temperature range by a method wherein resistance displacements of a Wheatstone bridge circuit are set in such a way as to be different between first and second elements and third and fourth elements, and to be the same between the first and second elements and the third and fourth elements.

CONSTITUTION: As magnetic resistors RA to RD comprising a Wheatstone bridge circuit 1, a magnetic resistor having the same composition and equal temperature characteristics is used and resistance displacements each pair with respect to an applied magnetic field angle θ are set so as to be mutually different. With a pattern arrangement, resistance change is mutually in the reverse direction in magnetic resistors RA, RB or magnetic resistors RC, RD with respect to the applied magnetic field angle θ , respectively. The magnetic resistors RA, RC or the magnetic resistors RB, RD are mutually in the same direction, respectively. Thus, temperature characteristics of potentials V1, V2 output from each of connections P1, P2 are offset by taking differential of the respective potentials V1, V2, and temperature compensation is made ranging all temperature scope.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-242027

(43) 公開日 平成8年(1996)9月17日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 43/08			H 0 1 L 43/08	A
G 0 1 R 33/09		9307-2G	G 0 1 R 33/06	R

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平7-44427

(22) 出願日 平成7年(1995)3月3日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 横谷 昌広

姫路市千代田町888番地 三菱電機エンジニアリング株式会社姫路事業所内

(72) 発明者 上村 文人

姫路市千代田町840番地 三菱電機株式会社姫路製作所内

(72) 発明者 福井 渉

姫路市千代田町840番地 三菱電機株式会社姫路製作所内

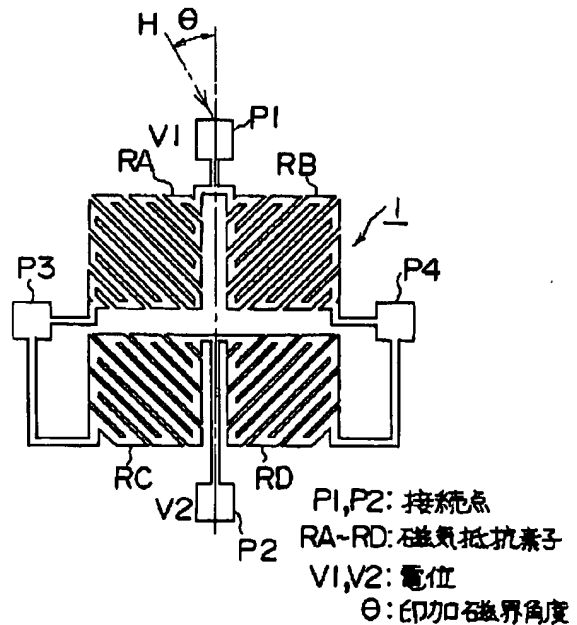
(74) 代理人 弁理士 曾我 道照 (外6名)

(54) 【発明の名称】 磁気抵抗素子回路

(57) 【要約】

【目的】 差動振幅電圧を全温度範囲で温度補償可能な磁気抵抗素子回路を得る。

【構成】 4個の磁気抵抗素子RA~RDを連結してホイートストンブリッジ回路1を構成し、印加磁界角度 θ に応じて、第1の接続点P1からの電位V1と第2の接続点P2から電位V2との差動振幅電圧を生成し、各磁気抵抗素子を同一組成で形成するとともに、印加磁界角度の変化に対する各磁気抵抗素子の抵抗変化量を、第1、第2の磁気抵抗素子と、第3、第4の磁気抵抗素子との間で異なるように設定し、第1、第2の磁気抵抗素子の間で同一となり、第3、第4の磁気抵抗素子の間で同一となるように設定し、各磁気抵抗素子の温度特性を一致させ且つ各接続点の電位を逆方向として、差動振幅電圧に関する温度特性を相殺する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 印加磁界角度によって抵抗値が変化する4個の磁気抵抗素子を連結してホイートストンブリッジ回路を構成し、

前記4個の磁気抵抗素子のうち、第1および第2の磁気抵抗素子の接続点から第1の電位を出力し、且つ、前記第1および第2の磁気抵抗素子に対向配置された第3および第4の磁気抵抗素子の接続点から第2の電位を出力することにより、前記印加磁界角度に応じて、前記第1および第2の電位の差動振幅電圧を生成する磁気抵抗素子回路において、

前記4個の磁気抵抗素子は、各々同一組成で形成されるときともに、

前記印加磁界角度の変化に対する前記各磁気抵抗素子の抵抗変化量は、

前記第1および第2の磁気抵抗素子と前記第3および第4の磁気抵抗素子との間で互いに異なるように設定されるときともに、

前記第1および第2の磁気抵抗素子の間で互いに同一、且つ、前記第3および第4の磁気抵抗素子の間で互いに同一となるように設定されたことを特徴とする磁気抵抗素子回路。

【請求項2】 前記印加磁界角度の変化に対する前記各磁気抵抗素子の抵抗変化量は、

前記第1および第2の磁気抵抗素子と前記第3および第4の磁気抵抗素子との間で、一方が他方に対して2倍以上異なるように設定されたことを特徴とする請求項1に記載の磁気抵抗素子回路。

【請求項3】 前記各磁気抵抗素子のパターンは、前記印加磁界角度の変化に対して、前記第1および第2の磁気抵抗素子の抵抗変化が互いに逆方向となり、且つ、前記第3および第4の磁気抵抗素子の抵抗変化が互いに逆方向となるように配置されるときともに、互いに連結された前記第1および第3の磁気抵抗素子が同一方向となり、且つ、互いに連結された前記第2および第4の磁気抵抗素子が同一方向となるように配置されたことを特徴とする請求項1または請求項2に記載の磁気抵抗素子回路。

【請求項4】 前記各磁気抵抗素子のパターンは、前記印加磁界角度が、前記第1および第3の磁気抵抗素子の間でほぼ一致し、且つ、前記第2および第4の磁気抵抗素子の間でほぼ一致するように、前記第1および第3の磁気抵抗素子が同一平面内に平行に配置され、且つ、前記第2および第4の磁気抵抗素子が同一平面内に平行に配置されたことを特徴とする請求項3に記載の磁気抵抗素子回路。

【請求項5】 印加磁界強度によって抵抗値が変化する4個の磁気抵抗素子を連結してホイートストンブリッジ回路を構成し、前記4個の磁気抵抗素子のうち、第1および第2の磁気

抵抗素子の接続点から第1の電位を出力し、且つ、前記第1および第2の磁気抵抗素子に対向配置された第3および第4の磁気抵抗素子の接続点から第2の電位を出力することにより、前記印加磁界強度に応じて、前記第1および第2の電位の差動振幅電圧を生成する磁気抵抗素子回路において、

前記4個の磁気抵抗素子は、各々同一組成で形成されるときともに、

前記印加磁界強度の変化に対する前記各磁気抵抗素子の抵抗変化量は、

前記第1および第2の磁気抵抗素子と前記第3および第4の磁気抵抗素子との間で互いに異なるように設定されるときともに、

前記第1および第2の磁気抵抗素子の間で互いに同一、且つ、前記第3および第4の磁気抵抗素子の間で互いに同一となるように設定されたことを特徴とする磁気抵抗素子回路。

【請求項6】 前記印加磁界強度の変化に対する前記各磁気抵抗素子の抵抗変化量は、

前記第1および第2の磁気抵抗素子と前記第3および第4の磁気抵抗素子との間で、一方が他方に対して2倍以上異なるように設定されたことを特徴とする請求項5に記載の磁気抵抗素子回路。

【請求項7】 前記各磁気抵抗素子のパターンは、前記印加磁界強度の変化に対して、前記第1および第2の磁気抵抗素子の抵抗変化が互いに逆方向となり、且つ、前記第3および第4の磁気抵抗素子の抵抗変化が互いに逆方向となるように配置されるときともに、互いに連結された前記第1および第3の磁気抵抗素子が同一方向となり、且つ、互いに連結された前記第2および第4の磁気抵抗素子が同一方向となるように配置されたことを特徴とする請求項5または請求項6に記載の磁気抵抗素子回路。

【請求項8】 前記各磁気抵抗素子のパターンは、前記印加磁界強度が、前記第1および第3の磁気抵抗素子の間でほぼ一致し、且つ、前記第2および第4の磁気抵抗素子の間でほぼ一致するように、前記第1および第3の磁気抵抗素子が同一平面内に平行に配置され、且つ、前記第2および第4の磁気抵抗素子が同一平面内に平行に配置されたことを特徴とする請求項7に記載の磁気抵抗素子回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、印加磁界の角度変化または強度変化による磁気抵抗素子の抵抗値変化を電圧に変換して差動振幅電圧を生成する磁気抵抗素子回路に関し、特に差動振幅電圧に温度特性が生じないようにして温度補償を確実にした磁気抵抗素子回路に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、外部からの印加磁界の角度変化や強度変化に応じて抵抗値が変化する磁気抵抗素子を用いて、印加磁界の角度や強度すなわち検出対象物の角度やストローク等に対応した差動振幅電圧を生成する磁気抵抗素子回路はよく知られている。図3は回転角度センサやストローク位置センサ等に用いられる一般的な磁気抵抗素子回路を示す回路構成図であり、図4は図3内の磁気抵抗素子回路のパターン構成を印加磁界とともに示す説明図である。

【0003】図3において、1は磁気抵抗素子回路となるホイートストンブリッジ回路であり、互いに連結された第1～第4の磁気抵抗素子RA、RB、RCおよびRDにより構成されている。磁気抵抗素子RA～RDとしては、たとえば強磁性薄膜抵抗素子（Ni-FeやNi-Co等の高透磁率材料）、半導体磁気抵抗素子またはホール素子等が考えられるが、ここでは、強磁性薄膜抵抗素子を用いるものとする。なお、図示しないが、ホイートストンブリッジ回路1に定電流を供給するための定電流回路が設けられている。

【0004】P1は磁気抵抗素子RAおよびRBの接続点（中点）、P2は磁気抵抗素子RCおよびRDの接続点（中点）、P3は磁気抵抗素子RAおよびRCの接続点、P4は磁気抵抗素子RBおよびRDの接続点であり、接続点P1およびP2は出力端子となり、接続点P3は電源Vccに接続され、接続点P4はグラウンドに接続されている。V1は接続点P1の電位、V2は接続点P2の電位である。

【0005】2はホイートストンブリッジ回路1の出力端子となる接続点P1およびP2に接続された差動増幅回路であり、差動増幅回路2内の差動アンプの反転入力端子（-）には接続点P1の電位V1が印加され、非反転入力端子（+）には接続点P2の電位V2が印加されている。

【0006】また、差動増幅回路2内の差動アンプの非反転入力端子（+）には、電源Vccとグラウンドとの間に挿入された可変分圧抵抗器R1およびR2の中点（可変分圧抵抗器R1およびR2の接続点）が接続されており、電位V2に関連した基準電圧が印加されている。Voは差動増幅回路2から最終的に出力される差動振幅電圧である。

【0007】図4において、1、RA～RDおよびP1～P4はそれぞれ図3内に示したものに相当し、磁気抵抗素子RA～RDの各パターンは折返し形状をなしてお

$$R_{min} \{1 + \alpha_{min} (T - 25)\} \sin^2 (\pi/4 - \theta) + R_{max} \{1 + \alpha_{max} (T - 25)\} \cos^2 (\pi/4 - \theta) \quad \dots (1)$$

【0016】但し、式（1）において、Rminは各磁気抵抗素子RA～RDの最小抵抗値、Rmaxは各磁気抵抗素子RA～RDの最大抵抗値、 α_{min} は各磁気抵抗素子RA～RDの最小抵抗値温度係数、 α_{max} は各磁気抵抗素子RA～RDの最大抵抗値温度係数、Tは周

り、同一平面上に近接して配置されている。接続点P1（第1の出力端子）側の磁気抵抗素子RAおよびRB、ならびに、接続点P2（第2の出力端子）側の磁気抵抗素子RCおよびRDは、互いに逆方向パターンとなるように配置されている。

【0008】また、対角線上に位置する磁気抵抗素子RAおよびRDのパターン方向は互いに一致しており、同様に、磁気抵抗素子RBおよびRCのパターン方向は互いに一致し、且つ、磁気抵抗素子RAおよびRDのパターン方向に対して直交方向となっている。以上のパターン構成により、各接続点P1およびP2から互いに逆方向の電位V1およびV2を出力して差動振幅電圧を生成するようになっている。

【0009】 θ は外部から印加される磁界Hの角度（印加磁界角度）である。なお、印加磁界Hは、たとえば自動車ハンドルシャフト等の角度検出対象物に連結されたセンサ側のシャフトに設けられた永久磁石から発生し、固定配置されたホイートストンブリッジ回路1の任意の周囲方向から印加され得る。

【0010】以下、図3および図4を参照しながら、従来の磁気抵抗素子回路の動作について説明する。ホイートストンブリッジ回路1内の磁気抵抗素子RA～RDに磁界Hが印加されると、印加磁界角度 θ の変化により、各磁気抵抗素子RA～RDの抵抗値は変化する。

【0011】したがって、接続点P1およびP2の電位V1およびV2は、印加磁界角度 θ の変化に応じて変化する。各電位V1およびV2は、それぞれ振幅電圧（後述する）として出力され、さらに差動増幅回路2を介して増幅され、最終的な差動振幅電圧Voとなって出力される。

【0012】こうして得られた差動振幅電圧Voを用いて、たとえばホイートストンブリッジ回路1が搭載された被検出物体（自動車ハンドルシャフト等）の回転角度やストローク等を検出することができる。

【0013】ところで、出力電位V1およびV2に基づく差動振幅電圧Voの出力特性において、特に温度特性に関して問題となるのは、印加磁界角度 θ によって異なる磁気抵抗素子RA～RDの抵抗温度係数である。以下、差動振幅電圧Voに対する磁気抵抗素子RA～RDの抵抗温度係数の影響について具体的に説明する。

【0014】一般に、磁気抵抗素子RA～RDの各抵抗値は、以下の式（1）で表わすことができる。

【0015】

困温度である。

【0017】いま、磁気抵抗素子RA～RDに対する印加磁界角度 θ が $-\pi/4$ から $+\pi/4$ までの範囲で変化したとすると、印加磁界角度 θ の最大値および最小値に対して、式（1）内の $\sin^2 (\pi/4 - \theta)$ およびc

$\cos^2(\pi/4-\theta)$ の値は1または0となる。したがって、この場合、接続点P1の電位V1およびP2の電位V2の各振幅電圧Vs1およびVs2は、それぞれ以

$$Vs1 = Vcc [Rmin \{1 + \alpha_{min}(T-25)\} - Rmax \{1 + \alpha_{max}(T-25)\}] / [Rmin \{1 + \alpha_{min}(T-25)\} + Rmax \{1 + \alpha_{max}(T-25)\}] \quad \dots (2)$$

【0019】

$$Vs2 = -Vcc [Rmin \{1 + \alpha_{min}(T-25)\} - Rmax \{1 + \alpha_{max}(T-25)\}] / [Rmin \{1 + \alpha_{min}(T-25)\} + Rmax \{1 + \alpha_{max}(T-25)\}] \quad \dots (3)$$

【0020】ここで、振幅電圧Vs1およびVs2の温度特性を考えると、常温(25℃)からの周囲温度Tの温度差 $\Delta T (=T-25)$ に対する振幅電圧Vs1およ

下の式(2)および(3)のように表わされる。

【0018】

びVs2の変化量 $\Delta Vs1$ および $\Delta Vs2$ は、以下の式(4)および(5)で表わすことができる。

【0021】

$$\Delta Vs1 = Vcc \{2(T-25)(\alpha_{min} - \alpha_{max})Rmin \cdot Rmax\} / [\{1 + \alpha_{min}(T-25)\}Rmin^2 + \{1 + \alpha_{max}(T-25)\}Rmax^2 + \{2 + \alpha_{max}(T-25) + \alpha_{min}(T-25)\}Rmin \cdot Rmax] \quad \dots (4)$$

【0022】

$$\Delta Vs2 = -Vcc \{2(T-25)(\alpha_{min} - \alpha_{max})Rmin \cdot Rmax\} / [\{1 + \alpha_{min}(T-25)\}Rmin^2 + \{1 + \alpha_{max}(T-25)\}Rmax^2 + \{2 + \alpha_{max}(T-25) + \alpha_{min}(T-25)\}Rmin \cdot Rmax] \quad \dots (5)$$

【0023】式(4)および(5)から、ホイートストンブリッジ回路1の両出力端子の電位V1およびV2の振幅電圧変化量 $\Delta Vs1$ および $\Delta Vs2$ の差動出力(Δ

$Vs1 - \Delta Vs2$)をとると、以下の式(6)で表わされる。

【0024】

$$\Delta Vs1 - \Delta Vs2 = 2Vcc \{2(T-25)(\alpha_{min} - \alpha_{max})Rmin \cdot Rmax\} / [\{1 + \alpha_{min}(T-25)\}Rmin^2 + \{1 + \alpha_{max}(T-25)\}Rmax^2 + \{2 + \alpha_{max}(T-25) + \alpha_{min}(T-25)\}Rmin \cdot Rmax] \quad \dots (6)$$

【0025】式(6)から、差動振幅電圧Voに対応する差動出力($\Delta Vs1 - \Delta Vs2$)は、最小抵抗値Rminおよび最大抵抗値Rmaxの二次式からなる周囲温度Tに対して非線形な振幅電圧Vs1およびVs2の温度特性の影響を生じることが分かる。

【0026】したがって、最終的に出力される差動振幅電圧Voも温度特性の影響を受けてしまい、定電流回路(図示せず)を用いたとしても、全温度範囲での温度補償は到底困難となる。

【0027】

【発明が解決しようとする課題】従来の磁気抵抗素子回路は以上のように、接続点P1側の磁気抵抗素子RAおよびRBと、接続点P2側の磁気抵抗素子RCおよびRDとのパターン配置を、互いに逆方向となるように設定しているので、各磁気抵抗素子RA~RDの最小抵抗値Rminおよび最大抵抗値Rmaxの二次式からなる周囲温度Tに対して非線形な振幅電圧Vs1およびVs2の温度特性を生じてしまい、定電流回路を用いたとしても、全温度範囲での温度補償を行うことができないという問題点があった。

【0028】この発明は上記のような問題点を解決する

ためになされたもので、各接続点から出力される非線形な振幅電圧の温度特性を相殺することにより、全温度範囲での温度補償を可能とした磁気抵抗素子回路を得ることを目的とする。

【0029】

【課題を解決するための手段】この発明の請求項1に係る磁気抵抗素子回路は、印加磁界角度によって抵抗値が変化する4個の磁気抵抗素子を連結してホイートストンブリッジ回路を構成し、4個の磁気抵抗素子のうち、第1および第2の磁気抵抗素子の接続点から第1の電位を出力し、且つ、第1および第2の磁気抵抗素子に対向配置された第3および第4の磁気抵抗素子の接続点から第2の電位を出力することにより、印加磁界角度に応じて、第1および第2の電位の差動振幅電圧を生成する磁気抵抗素子回路において、4個の磁気抵抗素子は、各々同一組成で形成されるとともに、印加磁界角度の変化に対する各磁気抵抗素子の抵抗変化量は、第1および第2の磁気抵抗素子と第3および第4の磁気抵抗素子との間で互いに異なるように設定されるとともに、第1および第2の磁気抵抗素子の間で互いに同一、且つ、第3および第4の磁気抵抗素子の間で互いに同一となるように設

定されたものである。

【0030】また、この発明の請求項2に係る磁気抵抗素子回路は、請求項1において、印加磁界角度の変化に対する各磁気抵抗素子の抵抗変化量は、第1および第2の磁気抵抗素子と第3および第4の磁気抵抗素子との間で、一方が他方に対して2倍以上異なるように設定されたものである。

【0031】また、この発明の請求項3に係る磁気抵抗素子回路は、請求項1または請求項2において、各磁気抵抗素子のパターンは、印加磁界角度の変化に対して、第1および第2の磁気抵抗素子の抵抗変化が互いに逆方向となり、且つ、第3および第4の磁気抵抗素子の抵抗変化が互いに逆方向となるように配置されるとともに、互いに連結された第1および第3の磁気抵抗素子が同一方向となり、且つ、互いに連結された第2および第4の磁気抵抗素子が同一方向となるように配置されたものである。

【0032】また、この発明の請求項4に係る磁気抵抗素子回路は、請求項3において、各磁気抵抗素子のパターンは、印加磁界角度が、第1および第3の磁気抵抗素子の間でほぼ一致し、且つ、第2および第4の磁気抵抗素子の間でほぼ一致するように、第1および第3の磁気抵抗素子が同一平面内に平行に配置され、且つ、第2および第4の磁気抵抗素子が同一平面内に平行に配置されたものである。

【0033】また、この発明の請求項5に係る磁気抵抗素子回路は、印加磁界強度によって抵抗値が変化する4個の磁気抵抗素子を連結してホイートストンブリッジ回路を構成し、4個の磁気抵抗素子のうち、第1および第2の磁気抵抗素子の接続点から第1の電位を出力し、且つ、第1および第2の磁気抵抗素子に対向配置された第3および第4の磁気抵抗素子の接続点から第2の電位を出力することにより、印加磁界強度に応じて、第1および第2の電位の差動振幅電圧を生成する磁気抵抗素子回路において、4個の磁気抵抗素子は、各々同一組成で形成されるとともに、印加磁界強度の変化に対する各磁気抵抗素子の抵抗変化量は、第1および第2の磁気抵抗素子と第3および第4の磁気抵抗素子との間で互いに異なるように設定されるとともに、第1および第2の磁気抵抗素子の間で互いに同一、且つ、第3および第4の磁気抵抗素子の間で互いに同一となるように設定されたものである。

【0034】また、この発明の請求項6に係る磁気抵抗素子回路は、請求項5において、印加磁界強度の変化に対する各磁気抵抗素子の抵抗変化量は、第1および第2の磁気抵抗素子と第3および第4の磁気抵抗素子との間で、一方が他方に対して2倍以上異なるように設定されたものである。

【0035】また、この発明の請求項7に係る磁気抵抗素子回路は、請求項5または請求項6において、各磁気

抵抗素子のパターンは、印加磁界強度の変化に対して、第1および第2の磁気抵抗素子の抵抗変化が互いに逆方向となり、且つ、第3および第4の磁気抵抗素子の抵抗変化が互いに逆方向となるように配置されるとともに、互いに連結された第1および第3の磁気抵抗素子が同一方向となり、且つ、互いに連結された第2および第4の磁気抵抗素子が同一方向となるように配置されたものである。

【0036】また、この発明の請求項8に係る磁気抵抗素子回路は、請求項7において、各磁気抵抗素子のパターンは、印加磁界強度が、第1および第3の磁気抵抗素子の間でほぼ一致し、且つ、第2および第4の磁気抵抗素子の間でほぼ一致するように、第1および第3の磁気抵抗素子が同一平面内に平行に配置され、且つ、第2および第4の磁気抵抗素子が同一平面内に平行に配置されたものである。

【0037】

【作用】この発明の請求項1および請求項5においては、ホイートストンブリッジ回路を構成する4個の磁気抵抗素子を同一組成で構成して各温度特性を一致させるとともに、印加磁界の角度変化または強度変化に対する各磁気抵抗素子の抵抗変化量を、第1の接続点側の磁気抵抗素子対の間で同一とし、第2の接続点側の磁気抵抗素子対の間で同一且つ第1の接続点側の磁気抵抗素子対側とは異なるように設定することにより、各接続点から出力される電位を逆方向として差動振幅電圧を生成するとともに、各電位に関する温度特性を相殺する。

【0038】また、この発明の請求項2および請求項6においては、印加磁界の角度変化または強度変化に対する抵抗変化量を、第1の接続点側の磁気抵抗素子と第2の接続点側の磁気抵抗素子との間で、互いに2倍以上異なるように設定することにより、十分に大きい差動振幅電圧を生成して耐ノイズ性を向上させる。

【0039】また、この発明の請求項3および請求項7においては、印加磁界の角度変化または強度変化に対して、第1の接続点側の磁気抵抗素子対の間で逆方向、且つ、第2の接続点側の磁気抵抗素子対の間で逆方向となるようにパターン配置し、第1および第3の磁気抵抗素子が同一方向（平行）、第2および第4の磁気抵抗素子が同一方向（平行）となるようにパターン配置し、各接続点から出力される電位を逆方向として差動振幅電圧を生成するとともに、各電位に関する温度特性を相殺する。

【0040】また、この発明の請求項4および請求項8においては、平行パターンからなる第1および第3の磁気抵抗素子を同一平面内で近接平行配置し、同様に、平行パターンからなる第2および第4の磁気抵抗素子を同一平面内で近接平行配置することにより、各磁気抵抗素子に対する印加磁界角度または印加磁界強度の誤差を抑制し、差動振幅電圧の検出信頼性を向上させる。

【0041】

【実施例】

実施例1. 以下、この発明の実施例1を図について説明する。図1はこの発明の実施例1のパターン構成を図式的に示す説明図であり、1、RA～RD、P1～P4および θ は前述と同様のものである。また、図示しない回路構成は、たとえば図3に示した通りである。

【0042】この場合、ホイートストンブリッジ回路1を構成する磁気抵抗素子RA～RDとして、温度特性の等しい同一組成の磁気抵抗素子が用いられており、印加磁界角度 θ に対して各一対ずつの抵抗変化量 $\Delta R (=R_{max} - R_{min})$ が互いに異なるように設定されている。すなわち、印加磁界角度 θ に対する各磁気抵抗素子RA～RDの抵抗変化量 $\Delta RA \sim \Delta RD$ の関係は、以下の式(7)を満たす。

【0043】 $\Delta RA = \Delta RB$

$\Delta RC = \Delta RD \quad \dots (7)$

【0044】また、各抵抗変化量 $\Delta RA (= \Delta RB)$ および $\Delta RC (= \Delta RD)$ の関係は、一方の抵抗変化量 ΔRA が他方の抵抗変化量 ΔRC の2倍以上となるように、すなわち、以下の式(8)を満たすように設定されている。

【0045】 $\Delta RA / \Delta RC \geq 2 \quad \dots (8)$

【0046】ここでは、式(8)を満たすために、図1のように、第1の接続点P1側の磁気抵抗素子RAおよびRBのパターン幅よりも、第2の接続点P2側の磁気抵抗素子RCおよびRDのパターン幅を広く形成することにより、磁気抵抗素子RA(およびRB)の $\Delta RA (= \Delta RB)$ よりも、磁気抵抗素子RC(およびRD)の抵抗変化量 $\Delta RC (= \Delta RD)$ を1/2以下に小さく設定している。

【0047】これにより、十分大きい差動振幅電圧 V_o を得ることができ、SN比を向上させることができる。なお、図1では、第1の接続点P1側よりも第2の接続点P2側の磁気抵抗素子のパターン幅を大きく形成したが、逆に第1の接続点P1側の磁気抵抗素子のパターン

幅を大きく形成してもよい。また、要求SN比に応じて、各抵抗変化量 ΔRA および ΔRC の偏差を任意に設定することができる。

【0048】また、図1から明らかなように、印加磁界角度 θ に対する磁気抵抗素子RAおよびRBの抵抗変化が互いに逆方向となり、且つ、磁気抵抗素子RCおよびRDの抵抗変化が互いに逆方向となるようにパターン配置されており、磁気抵抗素子RAおよびRCは互いに同一方向、且つ、磁気抵抗素子RBおよびRDは互いに同一方向となるようにパターン配置されている。

【0049】これにより、各接続点P1およびP2から出力される電位V1およびV2の温度特性は、各電位V1およびV2の差動をとることにより相殺され、差動振幅電圧 V_o に影響を与えることはない。

【0050】以下、図3を参照しながら、図1に示したこの発明の実施例1の具体的な動作について説明する。まず、前述と同様に、印加磁界角度 θ の変化により、磁気抵抗素子RA～RDの抵抗値が変化し、磁気抵抗素子RAおよびRBの接続点P1の電位V1と、磁気抵抗素子RCおよびRDの接続点P2の電位V2とが変化する。

【0051】このとき、磁気抵抗素子RA(およびRB)の抵抗変化量 $\Delta RA (= \Delta RB)$ と磁気抵抗素子RC(およびRD)の抵抗変化量 $\Delta RC (= \Delta RD)$ とが異なるため、接続点P1の電位V1と接続点P2の電位V2との間に電位差 $\Delta V (= V1 - V2)$ が生じる。この電位差 ΔV は、差動増幅回路2により増幅されて、最終的な差動振幅電圧 V_o として出力される。

【0052】ここで、前述と同様に、図3の回路構成で図1の磁気抵抗素子RA～RDに対する印加磁界角度 θ が $-\pi/4$ から $+\pi/4$ に変化したと仮定して、接続点P1およびP2の振幅電圧 V_{s1} および V_{s2} の各温度特性を考えると、各振幅電圧 V_{s1} および V_{s2} は、上記式(2)および(3)と同様に、以下の式(9)および(10)で表わすことができる。

【0053】

$$V_{s1} = V_{cc} [R_{min1} \{1 + \alpha_{min}(T - 25)\} - R_{max1} \{1 + \alpha_{max}(T - 25)\}] / [R_{min1} \{1 + \alpha_{min}(T - 25)\} + R_{max1} \{1 + \alpha_{max}(T - 25)\}] \quad \dots (9)$$

【0054】

$$V_{s2} = V_{cc} [R_{min2} \{1 + \alpha_{min}(T - 25)\} - R_{max2} \{1 + \alpha_{max}(T - 25)\}] / [R_{min2} \{1 + \alpha_{min}(T - 25)\} + R_{max2} \{1 + \alpha_{max}(T - 25)\}] \quad \dots (10)$$

【0055】但し、式(9)および(10)において、 R_{min1} は磁気抵抗素子RAおよびRBの最小抵抗値、 R_{max1} は磁気抵抗素子RAおよびRBの最大抵抗値、 R_{min2} は磁気抵抗素子RCおよびRDの最小抵抗値、 R_{max2} は磁気抵抗素子RCおよびRDの最大抵抗値、 α_{min} は磁気抵抗素子RA～RDの最小抵抗値温度係数、 α_{max} は磁気抵抗素子RA～RD最大

抵抗値温度係数、 T は周囲温度である。

【0056】次に、振幅電圧 V_{s1} および V_{s2} の温度特性について考えると、常温(25℃)からの周囲温度 T の温度差 $\Delta T (= T - 25)$ に対する振幅電圧 V_{s1} の変化量 ΔV_{s1} は、上記式(4)および(5)と同様に、以下の式(11)～(13)で表わすことができる。

【0057】

$$\begin{aligned}\Delta V_{s1} &= V_{cc} \{ 2 (T-25) (\alpha_{min} - \alpha_{max}) R_{min1} \cdot R_{max1} \} / [\{ 1 + \alpha_{min} (T-25) \} R_{min1}^2 + \{ 1 + \alpha_{max} (T-25) \} R_{max1}^2 + \{ 2 + \alpha_{max} (T-25) + \alpha_{min} (T-25) \} R_{min1} \cdot R_{max1}] \\ &= V_{cc} \{ 2 (T-25) (\alpha_{min} - \alpha_{max}) \} / [\{ 1 + \alpha_{min} (T-25) \} R_{min1} / R_{max1} + \{ 1 + \alpha_{max} (T-25) \} R_{max1} / R_{min1} + \{ 2 + \alpha_{max} (T-25) + \alpha_{min} (T-25) \}] \quad \cdots (11)\end{aligned}$$

【0058】ここで、抵抗変化量 $\Delta R (=R_{max}-R_{min})$ は十分小さいので、磁気抵抗素子R1（およびR2）の最小抵抗値 R_{min1} と最大抵抗値 R_{max} と

$$R_{min1} / R_{max1} = R_{max1} / R_{min1} = 1 \quad \cdots (12)$$

【0060】式(12)より、上記式(11)は、以下の式(13)で表わすことができる。

$$\Delta V_{s1} = V_{cc} \{ 2 (T-25) (\alpha_{min} - \alpha_{max}) \} / [\{ 1 + \alpha_{min} (T-25) \} + \{ 1 + \alpha_{max} (T-25) \} + \{ 2 + \alpha_{max} (T-25) + \alpha_{min} (T-25) \}] \quad \cdots (13)$$

【0062】同様に、温度差 $\Delta T (=T-25)$ に対する振幅電圧 V_{s2} の変化量 ΔV_{s2} は、以下の式(1

$$\Delta V_{s2} = V_{cc} \{ 2 (T-25) (\alpha_{min} - \alpha_{max}) \} / [\{ 1 + \alpha_{min} (T-25) \} + \{ 1 + \alpha_{max} (T-25) \} + \{ 2 + \alpha_{max} (T-25) + \alpha_{min} (T-25) \}] \quad \cdots (14)$$

【0064】上記式(13)および(14)より、全体の温度変化による影響は、磁気抵抗素子RA（およびRB）と磁気抵抗素子RC（およびRD）との抵抗変化率にほとんど関係なく、磁気抵抗素子RAおよびRCの組成による最大抵抗値温度係数 α_{max} および最小抵抗値温度係数 α_{min} に依存することが分かる。

【0065】また、図1に示した磁気抵抗素子RA～RDのパターン構成により、振幅電圧の変化量 ΔV_{s1} および ΔV_{s2} の関係が、以下の式(15)を満たすように設定することができる。

$$\Delta V_{s1} = \Delta V_{s2} \quad \cdots (15)$$

【0067】したがって、接続点P1の電位 V_1 と接続点P2の電位 V_2 との差を増幅した差動振幅電圧 V_o は、振幅電圧 V_{s1} および V_{s2} の温度変化が相殺されることにより、全温度範囲にわたって温度補償されることになる。

【0068】実施例2. なお、上記実施例1では、図1のように、パターン方向が同一の磁気抵抗素子RAおよびRCを離間させて個別に配置し、同様に磁気抵抗素子RBおよびRDを離間させて個別に配置したが、図2のように、パターン方向が同一の磁気抵抗素子RAおよびRC、RBおよびRD同士を交互に交錯させて1カ所に配置してもよい。

【0069】この場合、磁気抵抗素子RAおよびRCが同一平面内に平行に配置され、同様に磁気抵抗素子RBおよびRDが同一平面内に平行に配置されているので、印加磁界角度 θ は、磁気抵抗素子RAおよびRCの間で

の間の関係を以下の式(12)のように表わしても何ら支障はない。

【0059】

【0061】

4)で表わすことができる。

【0063】

ほぼ一致し、且つ、磁気抵抗素子RBおよびRDの間でほぼ一致する。

【0070】したがって、通常は平行磁界でない印加磁界Hに対しても、磁気抵抗素子RA～RDのうちの各一对が同一の印加磁界角度 θ を検出することになり、差動振幅電圧 V_o の検出精度を向上させることができる。また、図2のような磁気抵抗素子RA～RDのパターン配置構成においても、基本的な回路動作は図1の場合と同一であるため、前述の同等の作用効果を奏することは言うまでもない。

【0071】実施例3. なお、上記各実施例では、印加磁界角度 θ の変化による磁気抵抗素子RA～RDの抵抗変化量 ΔR に基づいて差動振幅電圧 V_o を検出したが、印加磁界Hの強度変化による磁気抵抗素子RA～RDの抵抗変化量に基づいて差動振幅電圧 V_o を検出するようにしてもよい。

【0072】この場合、磁気抵抗素子RA～RDが飽和しない程度の強度領域の印加磁界Hを用いる必要があるが、強度変化に応じて変化する差動振幅電圧 V_o に基づいて印加磁界角度 θ を求めることができ、前述と同様に被検出物体の回転角度を検出することができる。

【0073】

【発明の効果】以上のようにこの発明の請求項1によれば、印加磁界角度によって抵抗値が変化する4個の磁気抵抗素子と連結してホイートストンブリッジ回路を構成し、4個の磁気抵抗素子のうち、第1および第2の磁気抵抗素子の接続点から第1の電位を出力し、且つ、第1

および第2の磁気抵抗素子に対向配置された第3および第4の磁気抵抗素子の接続点から第2の電位を出力することにより、印加磁界角度に応じて、第1および第2の電位の差動振幅電圧を生成する磁気抵抗素子回路において、4個の磁気抵抗素子を各々同一組成で形成するとともに、印加磁界角度の変化に対する各磁気抵抗素子の抵抗変化量を、第1および第2の磁気抵抗素子と第3および第4の磁気抵抗素子との間で互いに異なるように設定するとともに、第1および第2の磁気抵抗素子との間で互いに同一、且つ、第3および第4の磁気抵抗素子との間で互いに同一となるように設定することにより、各磁気抵抗素子の温度特性を一致させ且つ各接続点の出力電位を逆方向として差動振幅電圧に関する温度特性を相殺するようにしたので、差動振幅電圧を全温度範囲で温度補償可能な磁気抵抗素子回路が得られる効果がある。

【0074】また、この発明の請求項2によれば、請求項1において、印加磁界角度の変化に対する各磁気抵抗素子の抵抗変化量を、第1および第2の磁気抵抗素子と第3および第4の磁気抵抗素子との間で一方が他方に対して2倍以上異なるように設定したので、十分に大きい差動振幅電圧を生成して耐ノイズ性を向上させた磁気抵抗素子回路が得られる効果がある。

【0075】また、この発明の請求項3によれば、請求項1または請求項2において、各磁気抵抗素子のパターンを、印加磁界角度の変化に対して、第1および第2の磁気抵抗素子の抵抗変化が互いに逆方向となり、且つ、第3および第4の磁気抵抗素子の抵抗変化が互いに逆方向となるように配置するとともに、互いに連結された第1および第3の磁気抵抗素子が同一方向となり、且つ、互いに連結された第2および第4の磁気抵抗素子が同一方向となるように配置し、各接続点から出力される電位を逆方向として差動振幅電圧を生成するとともに、各電位に関する温度特性を相殺するようにしたので、差動振幅電圧を全温度範囲で温度補償可能な磁気抵抗素子回路が得られる効果がある。

【0076】また、この発明の請求項4によれば、請求項3において、各磁気抵抗素子のパターンを、印加磁界角度が、第1および第3の磁気抵抗素子の間ではほぼ一致し且つ第2および第4の磁気抵抗素子の間ではほぼ一致するように、第1および第3の磁気抵抗素子を同一平面内に平行に配置し、且つ、第2および第4の磁気抵抗素子を同一平面内に平行に配置することにより、各磁気抵抗素子に対する印加磁界角度の誤差を抑制して差動振幅電圧の検出信頼性を向上させた磁気抵抗素子回路が得られる効果がある。

【0077】また、この発明の請求項5によれば、印加磁界強度によって抵抗値が変化する4個の磁気抵抗素子を連結してホイートストンブリッジ回路を構成し、4個の磁気抵抗素子のうち、第1および第2の磁気抵抗素子の接続点から第1の電位を出力し、且つ、第1および第

2の磁気抵抗素子に対向配置された第3および第4の磁気抵抗素子の接続点から第2の電位を出力することにより、印加磁界強度に応じて、第1および第2の電位の差動振幅電圧を生成する磁気抵抗素子回路において、4個の磁気抵抗素子を各々同一組成で形成するとともに、印加磁界強度の変化に対する各磁気抵抗素子の抵抗変化量を、第1および第2の磁気抵抗素子と第3および第4の磁気抵抗素子との間で互いに異なるように設定するとともに、第1および第2の磁気抵抗素子との間で互いに同一、且つ、第3および第4の磁気抵抗素子との間で互いに同一となるように設定することにより、各磁気抵抗素子の温度特性を一致させ且つ各接続点の出力電位を逆方向として差動振幅電圧に関する温度特性を相殺するようにしたので、差動振幅電圧を全温度範囲で温度補償可能な磁気抵抗素子回路が得られる効果がある。

【0078】また、この発明の請求項6によれば、請求項5において、印加磁界強度の変化に対する各磁気抵抗素子の抵抗変化量を、第1および第2の磁気抵抗素子と第3および第4の磁気抵抗素子との間で一方が他方に対して2倍以上異なるように設定したので、十分に大きい差動振幅電圧を生成して耐ノイズ性を向上させた磁気抵抗素子回路が得られる効果がある。

【0079】また、この発明の請求項7によれば、請求項5または請求項6において、各磁気抵抗素子のパターンを、印加磁界強度の変化に対して、第1および第2の磁気抵抗素子の抵抗変化が互いに逆方向となり、且つ、第3および第4の磁気抵抗素子の抵抗変化が互いに逆方向となるように配置するとともに、互いに連結された第1および第3の磁気抵抗素子が同一方向となり、且つ、互いに連結された第2および第4の磁気抵抗素子が同一方向となるように配置し、各接続点から出力される電位を逆方向として差動振幅電圧を生成するとともに、各電位に関する温度特性を相殺するようにしたので、差動振幅電圧を全温度範囲で温度補償可能な磁気抵抗素子回路が得られる効果がある。

【0080】また、この発明の請求項8によれば、請求項7において、各磁気抵抗素子のパターンを、印加磁界強度が、第1および第3の磁気抵抗素子の間ではほぼ一致し且つ第2および第4の磁気抵抗素子の間ではほぼ一致するように、第1および第3の磁気抵抗素子を同一平面内に平行に配置し、且つ、第2および第4の磁気抵抗素子を同一平面内に平行に配置することにより、各磁気抵抗素子に対する印加磁界強度の誤差を抑制して差動振幅電圧の検出信頼性を向上させた磁気抵抗素子回路が得られる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施例1のパターン構成を示す説明図である。

【図2】 この発明の実施例2のパターン構成を示す説明図である。

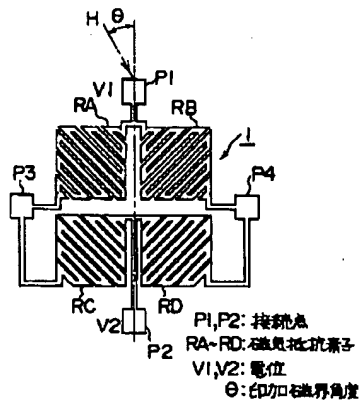
【図3】 一般的な磁気抵抗素子回路を示す回路構成図である。

【図4】 従来の磁気抵抗素子回路のパターン構成を示す説明図である。

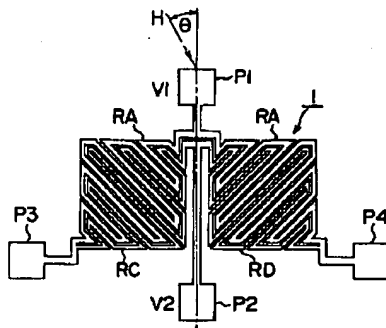
【符号の説明】

1 ホイートストンブリッジ回路、2 差動増幅回路、
P1、P2 接続点、RA~RD 磁気抵抗素子、V
1、V2 電位、Vo 差動増幅電圧、 θ 印加磁界角度。

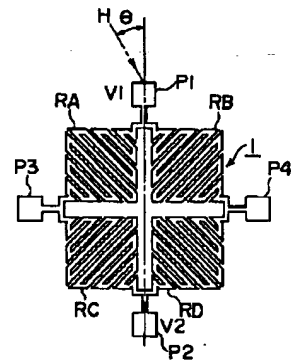
【図1】



【図2】



【図4】



【図3】

